

# **VARIABILITAS $\text{CaCO}_3$ TERLARUT DAN POTENSI PENYERAPAN KARBON ATMOSFER MELALUI PROSES KARSTIFIKASI DI KARST GUNUNGSEWU**

Raras Endarto  
raras\_endarto\_geo\_geo@yahoo.co.id

Eko Haryono  
e.haryono@geo.ugm.ac.id

## **Abstrak**

Perkembangan proses karstifikasi diindikasikan oleh kandungan kimia yang terlarut pada air. Penelitian yang berjudul “Variabilitas  $\text{CaCO}_3$  Terlarut dan Potensi Penyerapan Karbon Atmosfer Melalui Proses Karstifikasi di Karst Gunungsewu” bertujuan untuk mengkaji variabilitas kandungan  $\text{CaCO}_3$  terlarut dan potensi penyerapan karbon atmosfer. Kajian mengenai variabilitas kandungan  $\text{CaCO}_3$  dan potensi penyerapan karbon atmosfer terlarut pada setiap mataair dilakukan secara temporal dan spasial. Potensi penyerapan karbon atmosfer, baik secara temporal dan spasial menggunakan metode Daoxian dan Liu. Variabilitas spasial  $\text{CaCO}_3$  pada lima mataair yang diuji menunjukkan mataair Ngrati memiliki nilai (460 mg/l). Faktor penting nilai  $\text{CO}_2$  terlarut yang cukup besar pada mataair Sanglor II adalah debit aliran yang sangat besar. Variabilitas temporal  $\text{CaCO}_3$  terlarut pada mataair Petoyan menunjukkan terjadi perubahan material. Nilai tertinggi  $\text{CaCO}_3$  terlarut sebesar 340,25 mg/l. Kondisi variabilitas temporal  $\text{CO}_2$  terlarut pada mataair Petoyan sangat dipengaruhi oleh debit aliran dan tutupan vegetasi. Nilai tertinggi pada waktu pengukuran adalah 1.355,14 mg/dt.

**Kata kunci :** Karstifikasi,  $\text{CaCO}_3$ , Penyerapan Karbon .

## **Abstract**

Main feature of karst landform is fast soluble with liquid material (water). This situation of formation has influence with karstification process, where intensity of karstification very depended with rainfall, vegetation cover, land use, and carbon atmosphere unsure. Spreading of karstification process is indicated by the chemical content karstification dissolved. The title of research is "Variability of Dissolved  $\text{CaCO}_3$  and potential carbon sequestration Through Atmospheric Processes in Karst Karstifikasi Gunungsewu" aims to assess the variability of the content of  $\text{CaCO}_3$  and atmospheric carbon sequestration potential of dissolved.

Study of the variability of the content of  $\text{CaCO}_3$  and atmospheric carbon sequestration potential of dissolved springs done at each temporal and spatial. Implementation of the study content of dissolved material, to determine the temporal variability of every interval of two hours for two days. Spatial variability measurements were performed three times at 5 different springs. Atmospheric carbon sequestration potential, both temporally and spatially using a method Daoxian and Liu.

Spatial variability of  $\text{CaCO}_3$  in 5 springs that were tested showed Ngrati springs have a value (460 mg/dt), the highest compared to other springs. The highest values of dissolved  $\text{CO}_2$  is on springs Sanglor II. Important factor value large enough  $\text{CO}_2$  dissolved in the springs Sanglor II is a very large flow rates. Catchment area of this springs the most widely predicted, so as to supply the discharge in the spring.

Temporal variability of dissolved  $\text{CaCO}_3$  in Petoyan springs indicate a change of dissolved material in these springs. This change does not depend on time during the night, but is affected by changes in discharge. The highest value of 340.25 mg/l of dissolved  $\text{CaCO}_3$ . Condition of temporal variability of dissolved  $\text{CO}_2$  in the springs Petoyan strongly influenced by the discharge flow and vegetation cover. The rain which followed an increase in discharge at some later time, resulting in an increase in dissolved  $\text{CO}_2$ . The highest value at the time of measurement was 1.355,14 mg /dt.

Keywords: Karstification,  $\text{CaCO}_3$ , Carbon Sequestration.

## PENDAHULUAN

Intensitas pelarutan batugamping dipengaruhi oleh curah hujan, kemurnian batuan karbonat, dan kandungan  $\text{CO}_2$ . Potensi yang terdapat pada bentuklahan karst sangat bernilai. Kawasan karst memiliki peran dalam pengurangan emisi karbon yang berada di atmosfer. Ekosistem karst merupakan salah satu pemendam karbon potensial. Indonesia diperkirakan memiliki luas wilayah denudasional karst seluas 140.000.000  $\text{km}^2$  mampu menyerap 13.428 Gg  $\text{CO}_2$ /tahun (Haryono, 2011).

Nilai penyerapan karbon sebesar 13.428 Gg  $\text{CO}_2$ /tahun ini hanya berasal dari proses denudasional, dengan memasukan komponen tegakan vegetasi potensi serapan karbon akan semakin besar (Haryono, 2011). Tutupan vegetasi memiliki potensi sangat besar dalam menyerap karbon atmosfer ( $\text{CO}_2$ ) yang berada dalam atmosfer bumi. Bukti

penting dan besarnya peran vegetasi dalam menyerap karbon atmosfer telah banyak terpublikasi. Banyak penelitian yang mengkaji peran bio anthropogenik dalam menyerap karbon atmosfer ( $\text{CO}_2$ ). Namun tidak banyak peneliti yang mengkaji peran geo anthropogenik dalam menyerap karbon atmosfer ( $\text{CO}_2$ ).

Kajian terhadap peran geo anthropogenik pada bentuklahan karst dalam menyerap karbon atmosfer ( $\text{CO}_2$ ) masih cukup minim. Mengingat luas wilayah karst Indonesia yang cukup luas (1,54 juta Ha), diperlukan perhatian khusus dan intensitas kajian menyeluruh. Karst Gunungsewu merupakan salah satu karst yang terdapat di Indonesia yang

memiliki potensi penyerapan karbon atmosfer ( $\text{CO}_2$ ) tinggi, sehingga perlu dikaji lebih detail peran dan potensi penyerapan karbon atmosfer ( $\text{CO}_2$ ) pada daerah tersebut.

Cukup banyak mataair yang berada di daerah karst Gunungsewu yang belum dikaji variabilitas  $\text{CaCO}_3$  dan potensi penyerapan karbon atmosfer ( $\text{CO}_2$ ) secara detail. Diperlukan kajian detail (temporal dan spasial) variabilitas  $\text{CaCO}_3$  dan potensi penyerapan karbon atmosfer ( $\text{CO}_2$ ) pada setiap mataair, untuk mendukung kedetailan hasil pengukuran potensi penyerapan karbon atmosfer pada daerah karst Gunungsewu. Penyerapan karbon atmosfer ( $\text{CO}_2$ ) pada daerah penelitian berdasarkan tangkapan air yang beroutlet pada masing-masing mataair yang akan diteliti. Melalui interpretasi kondisi aliran airtanah pada mataair diperoleh potensi daerah tangkapan air yang masuk pada sistem akuifer karst tersebut. Sehingga dapat diketahui  $\text{CaCO}_3$  yang terlarut dan nilai penyerapan karbon atmosfer ( $\text{CO}_2$ ) pada denudasional karst melalui proses karstifikasi. Potensi penyerapan karbon atmosfer ( $\text{CO}_2$ ) dapat diketahui dengan menghitung terlebih dahulu nilai  $\text{CaCO}_3$  yang terlarut.

Secara administrasi titik mataair pada daerah penelitian berada di Kecamatan Purwosari, Kecamatan Panggang, serta Kecamatan Playen Kab. Gunungkidul.

Maksud dan tujuan penelitian ini, yaitu:

- a) Mengetahui variabilitas  $\text{CaCO}_3$  terlarut pada daerah penelitian.

- b) Mengetahui potensi jumlah karbon atmosfer ( $\text{CO}_2$ ) yang terserap (*carbon sequestration*) pada proses karstifikasi.

## METODE PENELITIAN

Pengumpulan data primer berupa kandungan fisik dan kimia air (suhu, pH, DHL, Ca, dan  $\text{HCO}_3^-$  dan debit aliran mataair. Pengambilan data lapangan untuk variabilitas temporal pada mataair Petoyan dilakukan selama dua (2) hari. Variabilitas temporal pada mataair Petoyan diukur dengan interval dua (2) jam sekali. Hal ini dilakukan untuk mengetahui fluktuasi dan perubahan material yang terlarut. Uji variabilitas spasial kandungan/material pada pelarutan juga dilakukan pada penelitian ini dilakukan selama tiga (3) kali pengukuran. Mataair sekunder yang digunakan yang diukur ditambah empat (4) mataair lainnya. Pengumpulan data lapangan dilakukan dengan interval waktu dua (2) minggu.

Perhitungan nilai  $\text{CaCO}_3$  berdasarkan hukum Lavosier menggunakan persamaan koefisien muatan. Bila nilai koefisien muatan  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{HCO}_3^-$  sudah diketahui, maka proses kimia pelarutan pada karst seperti dibawah ini menghasilkan:



Metode penilaian potensi penyerapan karbon pada proses karstifikasi ini dilakukan dengan yang dikemukakan oleh Liu (1999), Daoxian (2002). Diperlukan data  $\text{HCO}_3^-$  terlarut dan debit aliran mataair. Debit mataair dihitung dengan menggunakan metode pelampung dan *sudden injection*. Pengukuran menggunakan dua metode ini dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi aliran pada mataair tersebut. Pengukuran  $\text{HCO}_3^-$  terlarut menggunakan Alkalinity test kit dengan melakukan titrasi. Berikut Gambar 1. Alat dan Titrasi  $\text{HCO}_3^-$  :



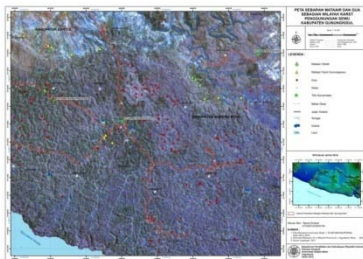
Gambar 1 Alat dan Pengukuran Variabilitas  $\text{CaCO}_3$  Terlarut Potensi Penyerapan Karbon Atmosfer

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberadaan mataair di ketiga kecamatan ini sangat banyak, berjumlah 36 mataair. Mataair yang paling banyak terdapat di Kecamatan Purwosari, yang berjumlah 23 mataair. Sedangkan di Kecamatan Playen terdapat 11 dan Kecamatan Panggang terdapat 2 mataair. Mempertimbangkan kondisi, kelayakan dan kesesuaian kajian penelitian yang dibutuhkan. Mataair yang diambil untuk dikaji adalah mataair Petoyan di Desa Giritirto Kecamatan Purwosari sebagai mataair utama (*main spring*). Mataair Sanglor II, dan Ngrati di Desa Girisoko Kecamatan Panggang (*secondary spring*). Mataair Gedad dan Ngrenggong di Desa

banyusoco Kecamatan Playen (*secondary spring*).

Mataair Petoyan dijadikan obyek penelitian utama untuk mengetahui “Variabilitas  $\text{CaCO}_3$  Terlarut dan Potensi Penyerapan Karbon Atmosfer Melalui Proses Karstifikasi di Karst Gunung Sewu”. Pemilihan mataair ini sangat tepat dilakukan mengingat keberadaan mataair yang mudah diakses, masih alami, heterogenitas tutupan vegetasi. Uji variabilitas  $\text{CaCO}_3$  dan potensi penyerapan karbon atmosfer secara temporal dilakukan di mataair Petoyan. Berikut Gambar 2 Peta persebaran mataair dan gua di daerah penelitian :



Kondisi mataair pada daerah penelitian memiliki karakteristik dan sistem akuifer yang berbeda-beda. Keadaan tersebut dapat dilihat pada tabel Tabel. 1. Karakteristik mataair

Kondisi Mataair Daerah Mataair				
Petoyan	Sanglor II	Ngrati	Ngrenggong	Gedad
Desa Giritirto	Desa Girisuko	Desa Girisuko	Desa Banyusuco	Desa Banyusuco
Parential (debit sedang)	Parential (debit besar)	Parential (debit kecil)	Parential (debit besar)	Parential (debit kecil)
Akuifer : Fissure Diffuse	Akuifer : Conduict Diffuse (Fixing)	Akuifer : Fissure	Akuifer : Conduict	Akuifer : Fissure
Vegetasi : Jabon, Kayu Putih, palawijo	Vegetasi : Jabon, dan tegalan	Vegetasi : Jabon, dan tegalan (palawijo)	Vegetasi : Jabon, dan tegalan (palawijo)	Vegetasi : Jabon, dan tegalan (palawijo)

Variabilitas spasial pada kelima (5) mataair memiliki karakteristik fisik maupun kimia yang berbeda. Kandungan batuan terlarut dan tingkat kedalaman akuifer dalam proses infiltrasi aliran airtanah dapat direpresentasikan oleh suhu airtanah yang keluar pada mataair tersebut. Suhu airtanah yang keluar pada mataair memiliki nilai suhu yang tidak terlalu jauh berbeda dengan suhu udara. Pengukuran yang diperoleh, rerata suhu udara pada daerah penelitian sebesar  $25,7^{\circ}\text{C}$ . Nilai

suhu masing-masing mataair memiliki nilai diatas rerata suhu udara, mengindikasikan keberadaan sumber airtanah yang menjadi sumber pada mataair berasal dari akuifer airtanah dangkal.

Nilai pH air tertinggi terdapat pada mataair Ngrati sebesar 9,4. Kondisi ini mencerminkan terjadi proses pelarutan yang tinggi. dimana agresivitas airtanah pada aliran airtanah mampu melarutkan material yang lebih besar dibandingkan dengan airtanah pada mataair lainnya. Mataair Petoyan dan Gedad memiliki kandungan pH dibawah 7, nilai ini mencermikan pH air masih memiliki agresivitas yang tinggi. Kandungan material pada air yang keluar pada mataair ini memiliki unsur  $\text{CO}_2$  yang masih cukup tinggi. Masih tingginya  $\text{CO}_2$  terlarut pada airtanah ini diperkirakan terjadi penyerapan  $\text{CO}_2$  pada saat presipitasi yang besar pula.

Mataair yang memiliki nilai DHL paling tinggi adalah mataair Ngrati. Mataair Ngrati yang memiliki karakteristik aliran dengan debit paling kecil dan memiliki fluktuasi peningkatan debit rendah dan tidak keruh. Peningkatan nilai DHL pada mataair Ngrati yang sangat tinggi mengindikasikan batuan penyusun daerah ini masih sangat masif, sehingga terjadi kontak batuan yang lebih lama dibandingkan dengan keempat mataair lainnya dalam menembus material padat tersebut.

Kandungan  $\text{Ca}^{2+}$  yang memiliki nilai paling tinggi adalah mataair Ngrati. Nilai  $\text{Ca}^{2+}$  yang terdapat pada mataair Ngrati dipengaruhi oleh faktor batuan dan penutup lahan yang terdapat pada mataair ini. Mataair Ngrati didominasi oleh tanaman semak belukar dan pohon jati yang sudah cukup besar. Adanya tutupan vegetasi yang lebat dan penyusun batuan yang masih masif menjadikan keberadaan epikarst cukup dalam, sehingga mampu malarutkan material lebih intensif.

Kandungan  $\text{HCO}_3^-$  terlarut paling tinggi terdapat di mataair Ngrati sebesar 9,4. Mataair Ngrati memiliki kandungan

pH yang paling tinggi diantara mataair lainnya, sebesar 7,24. Hal ini menunjukkan agresivitas airtanah dalam melarutkan material pada mataair ini cukup tinggi. Proses pelarutan yang membawa material magnesium dan kalsium merupakan material alkali yang kuat. Kebasaan material inilah yang merepresentasikan hasil dari agresivitas airtanah cukup tinggi, disamping faktor lain seperti topografi posisi mataair.

Tabel. 2. Variabilitas Spasial  $\text{CaCO}_3$  Terlarut

mataair Ngrati yang memiliki nilai  $\text{CaCO}_3$  terlarut paling tinggi. Mataair Ngrati memiliki debit aliran kecil dan hampir konstan pada musim penghujan. Kondisi ini mencerminkan terjadi proses pelarutan yang intensif. Kandungan  $\text{CaCO}_3$  terlarut pada mataair Ngrati memiliki nilai tertinggi diantara mataair yang lain, sebesar 470 mg/l.

Keberadaan mataair Gedad dan mataair Ngrenggong terletak cukup dekat diantara keduanya, namun terdapat perbedaan kandungan  $\text{CaCO}_3$  yang terlarut. Perbedaan nilai  $\text{CaCO}_3$  terlarut pada kedua mataair ini sangat dipengaruhi oleh penyusun batuan karbonat dan debit pada mataair tersebut. Bila dibandingkan debit dan penyusun batuan karbonat pada kedua mataair, faktor debit merupakan faktor utama yang menyebabkan perbedaan nilai  $\text{CaCO}_3$  terlarut. Debit aliran mataair Gedad sangat kecil, sedangkan pada mataair Ngrenggong sangat besar. Perbedaan debit pada kedua mataair yang cukup besar menjadikan faktor debit sangat mempengaruhi proses pelarutan pada daerah ini.

Nilai  $\text{CaCO}_3$  pada akhir musim penghujan mengalami peningkatan dibandingkan pada awal musim penghujan. Peningkatan penyerapan  $\text{CaCO}_3$  cukup tinggi, khususnya pada mataair Ngrati. Mataair yang mengalami penurunan penyerapan  $\text{CaCO}_3$  pada akhir musim penghujan adalah mataair Ngrenggong. Mataair Sanglor II, mataair

Gedad, dan mataair Petoyan tidak mengalami fluktuasi yang besar.

Tabel. 3. Potensi Penyerapan  $\text{CO}_2$

Tanggal	Petoyan	SanglorII	Ngrati	Ngrenggong	Gedad
11-Des	2629,08	8280	706,56	6006	2671,2
25-Des	2543,94	8520	696,96	6350,4	3302,4
08-Jan	3148,14	8760	913,68	7879,2	3336,6

Nilai potensi  $\text{CO}_2$  atmosfer yang terserap pada daerah tangkapan air mataair tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor penting yang mempengaruhi nilai penyerapan  $\text{CO}_2$  atmosfer adalah debit

Tanggal	Petoyan	SanglorII	Ngrati	Ngrenggong	Gedad
11-Des	335	345	460	420	325
25-Des	315	355	440	430	315
8-Jan	355	365	470	415	335

aliran. Mataair Ngrati yang memiliki kandungan  $\text{HCO}_3$  dan  $\text{CaCO}_3$  cukup tinggi, namun tidak memendam  $\text{CO}_2$  yang cukup besar. Hal ini mengingat debit aliran pada mataair Ngrati yang cukup kecil. Berbeda pada mataair Ngrenggong dan Sanglor II. Kedua mataair ini memiliki debit yang besar, sehingga nilai  $\text{CO}_2$  yang terserap cukup banyak.

Mataair Sanglor II dan Ngrenggong memiliki daerah tangkapan air yang cukup luas. Daerah tangkapan air tersusun dari penutup lahan vegetasi yang rapat dan berada diperbukitan, sehingga menjadikan kandungan  $\text{CO}_2$  terpendam pada daerah tangkapan air di kedua mataair ini cukup besar. Nilai potensi penyerapan  $\text{CO}_2$  pada pengukuran yang dilakukan tiga (3) kali, menunjukkan terjadi peningkatan potensi penyerapan  $\text{CO}_2$  atmosfer.

Tutupan vegetasi pada mataair Ngrenggong dan Sanglor II yang didominasi oleh tanaman homogen (kayu putih dan jati) menyuplai karbon atmosfer, sebagai hasil dari proses fotosintesis. Peran tutupan vegetasi pada kedua mataair meningkatkan kedalaman lapisan epikarst pada kedua mataair. Lapisan epikarst yang cukup dalam kedua mataair ditunjukkan oleh debit aliran mataair yang stabil sepanjang tahun.

Variabilitas temporal pada mataair Petoyan menunjukkan nilai suhu Pengukuran yang berinterval selang waktu dua (2) jam sekali menunjukkan variasi nilai suhu yang fluktuatif. Terjadinya penurunan suhu cukup drastis pada pukul 20.00 yang dipengaruhi oleh adanya presipitasi. Suhu rerata air yang keluar pada mataair Petoyan sebesar 26,2 °C, dengan suhu tertinggi sebesar 26,8 °C dan suhu terendah 25,4 °C. Suhu airtanah mengalami penurunan apabila terletak lebih dalam dari permukaan tanah. Suhu air pada mataair tidak terlalu berbeda jauh dengan nilai suhu udara. Kondisi ini menunjukkan bahwa sumber airtanah yang keluar pada mataair Petoyan bersumber dari airtanah dangkal.

Nilai pH yang terkandung pada pengukuran berkisar antara nilai 6-7. Nilai pH kurang dari tujuh (<7) menunjukkan kandungan asam yang cukup dominan. Nilai pH dibawah 7 dipengaruhi oleh CO<sub>2</sub> terlarut, hal ini mengingat kandungan CO<sub>2</sub> termasuk dalam klasifikasi asam kuat. Kandungan CO<sub>2</sub> terlarut bersumber dari presipitasi, dimana presipitasi berperan dalam menangkap dan mentransport CO<sub>2</sub> hingga keluar pada mataair.

Perubahan DHL pada siang dan malam hari tidak terlalu tinggi, perubahan yang cukup signifikan DHL hanya terjadi pada malam hari pada saat pasca hujan. Fluktuasi Daya Hantar Listrik tidak terlalu besar, dipengaruhi oleh lama tidaknya kontak batuan pada akuifer tersebut. Lama kontak batuan secara temporal harian menunjukkan pada tidak terlalu mengalami perbedaan yang tegas. Namun apabila dicermati, perubahan nilai Daya Hantar Listrik yang mengalami peningkatan pada malam hari.

Fluktuasi perubahan kandungan Ca pada airtanah berbanding lurus dengan debit air. Semakin tingginya nilai Ca pada mataair Petoyan saat peningkatan debit diketahui setelah terjadi hujan selama durasi 1,5 jam. Peningkatan debit aliran akan meningkatkan kandungan Ca dalam airtanah. Peningkatan kandungan Ca pada

airtanah diakibatkan oleh adanya pelarutan batuan tersebut yang tinggi. Penurunan kandungan Ca terlarut terjadi pada pagi hari, hal ini terjadi berturut-turut terjadi pada pengukuran di pagi hari. Adanya penurunan pada pagi hari dikarenakan berkurangnya intensitas proses pelarutan pada malam hari di daerah penelitian.

Kandungan Nilai HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> terlarut mataair Petoyan pada siang dan malam hari tidak terlalu mengalami perubahan yang berarti. Berdasarkan grafik diatas terjadi peningkatan pada malam kedua pengukuran. adanya peningkatan pada malam kedua dipengaruhi oleh terjadi hujan yang cukup lebat pada malam pertama penelitian. Laju peningkatan pelarutan pasca hujan yang membutuhkan waktu cukup lama. Hal ini diakibatkan oleh kondisi tipe aliran yang masih *fissure*, sehingga membutuhkan waktu cukup lama untuk aliran air hujan sampai ke mataair Petoyan.

Kandungan Nilai HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> terlarut mataair Petoyan pada siang dan malam hari tidak terlalu mengalami perubahan yang berarti. Terjadi peningkatan pada malam kedua pengukuran. Peningkatan peningkatan pada malam kedua sangat dipengaruhi oleh terjadi hujan yang cukup lebat pada malam pertama penelitian. Laju peningkatan pelarutan pasca hujan yang membutuhkan waktu cukup lama. Hal ini diakibatkan oleh kondisi tipe aliran yang masih *fissure*, sehingga membutuhkan waktu cukup lama untuk aliran air hujan sampai ke mataair Petoyan.

Tabel. 4. Variabilitas CaCO<sub>3</sub> Mataair Petoyan

No.	Waktu (Jam)	CaCO <sub>3</sub> (mg/L)	No.	Waktu (Jam)	CaCO <sub>3</sub> (mg/L)
1	10.05	315,15	14	11.35	305,2
2	12.01	320,2	15	13.45	315,2
3	14.03	315,15	16	15.55	325,2
4	16.00	285,15	17	18.10	315,2
5	18.08	330,2	18	19.49	320,2
6	20.05	310,2	19	22.09	275,2
7	22.00	325,2	20	24.01	340,25
8	24.03	320,2	21	02.19	330,2

9	02.09	305,2	22	03.53	340,25
10	04.09	320,2	23	06.14	325,2
11	06.00	305,2	24	08.14	315,2
12	08.06	320,2	25	10.13	340,2
13	10.03	310,2			

Nilai kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) terlarut berdasarkan variabilitas temporal menunjukkan nilai  $\text{CaCO}_3$  yang terlarut mengalami perubahan atau peningkatan pada waktu malam hari menjelang pagi. Peningkatan dipengaruhi oleh peningkatan debit air yang keluar pada mataair tersebut. Peningkatan debit mataair dikarenakan proses evaporasi pada malam hari mengalami penurunan. Debit yang semakin besar meningkatkan laju pelarutan (karstifikasi) pada mataair Petoyan. Nilai kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) terlarut berdasarkan variabilitas waktu menunjukkan nilai  $\text{CaCO}_3$  yang terlarut mengalami perubahan atau peningkatan pada waktu malam hari, dengan rerata sebesar 308 mg/l.

Tabel. 5. Potensi Penyerapan  $\text{CO}_2$  Terlarut Mataair Petoyan

Waktu (Jam)	Debit (Q)	Koef	$\text{HCO}_3$ (mg/l)	$\text{MCO}_2 / \text{MHCO}_3$	$\text{CO}_2$ (mg/dt)
10.05	23,3	0,5	384,48	0,20	881,16
12.01	17	0,5	390,64	0,20	653,21
14.03	17,3	0,5	384,48	0,20	654,25
16.00	18	0,5	347,88	0,20	615,92
18.08	34,2	0,5	402,84	0,20	1355,14
20.05	29,4	0,5	378,44	0,20	1094,39
22.00	24,11	0,5	396,74	0,20	940,87
24.03	19,3	0,5	390,64	0,20	741,58
02.09	18,4	0,5	372,34	0,20	673,88
04.09	19,2	0,5	390,64	0,20	737,74
06.00	23,1	0,5	372,34	0,20	846,01
08.06	20,13	0,5	390,64	0,20	773,48
10.03	21,11	0,5	378,44	0,20	785,80
11.35	18	0,5	372,34	0,20	659,23
13.45	16	0,5	384,54	0,20	605,18
15.55	17,3	0,5	396,74	0,20	675,12
18.10	18	0,5	384,54	0,20	680,83
19.49	20,4	0,5	390,64	0,20	783,85

22.09	19	0,5	383,67	0,20	717,03
24.01	18,1	0,5	415,11	0,20	739,02
02.19	17,8	0,5	402,84	0,20	705,31
03.53	19,1	0,5	415,11	0,20	779,85
06.14	19	0,5	396,74	0,20	741,46
08.14	18,3	0,5	384,54	0,20	692,18
10.13	17,1	0,5	415,04	0,20	698,09

Potensi penyerapan karbon atmosfer pada mataair Petoyan dipengaruhi oleh debit aliran, pH, suhu, dan tegakan vegetasi. Peningkatan debit dipengaruhi oleh curah hujan, penggunaan lahan dan evaporasi pada daerah tersebut. Tingginya kandungan  $\text{CO}_2$  pada air menjadikan  $\text{CO}_2$  bersifat mampu melarutkan material dengan intensitas kuat. Nilai potensi penyerapan  $\text{CO}_2$  terlarut mataair Petoyan memiliki rerata 820 mg/dt.

Potensi penyerapan  $\text{CO}_2$  terlarut pada mataair Petoyan menunjukkan mengalami peningkatan pada malam hari karena terjadi peningkatan debit. Malam hari tidak terjadi evapotranspirasi yang cukup besar, sehingga meningkatkan debit airtanah. Berbeda pada saat siang hari, menunjukkan terjadi penurunan penyerapan  $\text{CO}_2$  terlarut. Hal ini terjadi pada siang hari kedua pengukuran menunjukkan nilai terendah penyerapan  $\text{CO}_2$  pada mataair Petoyan. Pengukuran pada siang hari kedua merupakan nilai terendah penyerapan  $\text{CO}_2$  pada mataair Petoyan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis yang telah dibahas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) pada daerah penelitian tersusun dari jenis batugamping terumbu (*bioherm*). Kandungan  $\text{CaCO}_3$  terlarut yang paling tinggi adalah pada mataair Ngrati sebesar 470 mg/l. Mataair Ngrati yang memiliki kandungan  $\text{HCO}_3^-$  dan  $\text{CaCO}_3$  tinggi, namun tidak memendam  $\text{CO}_2$  cukup besar.



Hal ini mengingat debit aliran pada mataair Ngrati yang cukup kecil. Faktor tutupan vegetasi berperan penting dalam potensi penyerapan CO<sub>2</sub>. Mataair Sanglor II dan Ngrenggong memiliki daerah tangkapan air yang cukup luas, sehingga menjadikan kandungan CO<sub>2</sub> terpendam pada daerah tangkapan air di kedua mataair ini cukup besar, yaitu sekitar 8.760 mg/dt.

Nilai kandungan kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) terlarut berdasarkan variabilitas waktu menunjukkan nilai CaCO<sub>3</sub> yang terlarut mengalami perubahan atau peningkatan pada waktu malam hari, dengan rerata sebesar 308 mg/l. Potensi penyerapan karbon atmosfer pada mataair Petoyan dipengaruhi oleh debit aliran, pH, suhu, dan tegakan vegetasi. Tingginya kandungan CO<sub>2</sub> pada air menjadikan CO<sub>2</sub> bersifat mampu melarutkan material dengan intensitas kuat. Nilai potensi penyerapan CO<sub>2</sub> terlarut mataair Petoyan memiliki nilai tertinggi 1.355,14 mg/dt dan rerata 820 mg/dt.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adji, T.N., 2010. Variasi Spasial-Temporal Hidrogeokimia Dan Sifat Aliran Untuk Karakter Sistem Karst Dinamis Di Sungai Bribin Kabupaten Gunungkidul Yogyakarta. *Disertasi*. Yogyakarta: Program Pasca Sarjana UGM.
- Daoxian, Y., 2002. *The Carbon Cycle in Karst, IGCP Report*. Institute of Karst Geology. Guilin.
- Ford, D dan William P.W., 2007. *Karst Hydrogeology And Geomorphology*. Chicester: John Willey and Sons
- Haryono, E dan Adji, TN., 2004. *Pengantar Geomorfologi dan Hidrologi Karst*. Yogyakarta: Kelompok Studi Karst Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Haryono, E., 2011. Atmospheric carbon dioxide sequestration trough karst denudation processes, *Proceeding Asian trans-disciplinary Karst Convergence*. Yogyakarta. UGM
- Haryono, E., 2008. Model Perkembangan Karst Berdasarkan Morfometri Jaringan Lembah Di Karangbolong, Gunungsewu. Blambangan dan Rengel, *Disertasi*, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- IPCC., 2001. *Climate change 2001: the scientific basis*. Cambridge university press.
- Liu, Z dan Zhao, J., 2000, *Contribution of Carbonat Rock Wethearing to the Asmospheric CO<sub>2</sub> Sink*. Environmental Geology. 39. Pp. 1053-1059.
- Liu, Z., Dreybroadt, W., Wang, H., 2010., *A New DIRECTION In Effective Accounting for the Atmospheric CO<sub>2</sub> Budget: Considering the Combined action of Carbonat Dissolution, the Carbon Water and Photosynthetic Uptake by Awaatic Organism*. Earth Science Review, 99, 1-11.
- Thornbury., 1954. *Principle Of Geomorphology*. New York: John Wiley and Sons.
- Trudgil, S., 1985. *Limestone Geomorpholgy*, Longman, New York.
- Verstappen H.Th., 1983. *Applied Geomorphology "Goemorphological Survey For Environtmental Development"*. Amsterdam: Elsevier.
- White, Willian B., 1988. *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains*, Oxford University Press. New York.



